

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]A control device of a fuel cell characterized by comprising the following.

A compressor which supplies application-of-pressure air to a fuel cell.

A compressor control means which controls an application-of-pressure air supply state supplied from this compressor.

An output state detection means which detects an output state of a fuel cell.

An output control means which controls said compressor control means according to an output state of this fuel cell, controls an application-of-pressure air supply state to a fuel cell, and controls an output of a fuel cell by this.

[Claim 2]When a pressure of application-of-pressure air supplied to a fuel cell is controlled in claim 1 and a fuel cell is in a low-power output state below predetermined, A control device of a fuel cell controlling said output control means to fall a pressure of said application-of-pressure air via a compressor control means.

[Claim 3]When a flow of application-of-pressure air supplied to a fuel cell is controlled in claim 1 and a fuel cell is in a low-power output state below predetermined, A control device of a fuel cell controlling said output control means to fall a flow of said application-of-pressure air via a compressor control means.

[Claim 4]A control device of a fuel cell, wherein said output control means controls an application-of-pressure air supply state to a fuel cell via a compressor control means in either of claims 1 thru/or 3 based on the output change characteristic of a fuel cell to an application-of-pressure air supply state.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application]This invention relates to the control device of a fuel cell.

[0002]

[Description of the Prior Art]In a fuel cell control system, to use air as oxidant gas, in order to circulate a system, it is necessary to pressurize air to specified pressure. For this reason, in the former, the compressor which pressurizes air is formed in a system, In order to

suppress pulsation of a compressor, while installing a buffer tank in the supply side of a compressor, a pressure adjuster is formed in the outlet side of this buffer tank, and he was trying to supply application-of-pressure air to a fuel cell by a fixed pressure. In order to hold uniformly the supply state to the fuel cell of application-of-pressure air, the method of adjusting the opening of the throttle provided in the exhaust line of the application-of-pressure air of a fuel cell outlet side is also proposed.

[0003]

[Problem(s) to be Solved]However, the control device of the above-mentioned conventional fuel cell is set and constituted bearing in mind the control device of the fuel cell which comprises liquid electrolytes, such as a phosphoric acid fuel cell which is easy to receive the influence of pulsation of distributed gas, and, in the case of a polymer electrolyte fuel cell etc., does not need to perform such consideration. In control of the conventional fuel cell, application-of-pressure air supply is performed without taking the output characteristics of a fuel cell into consideration, and it has not necessarily become efficient control. That is, in the fuel cell control system which takes the composition which operates a compressor as mentioned above and generates application-of-pressure air, when the energy efficiency of the whole system is taken into consideration, it is desirable to lessen power of a compressor as much as possible. In this viewpoint, the degree of incidence which the pressure of the application-of-pressure air introduced into a fuel cell and a flow give to the output characteristics of a fuel cell changes with output states of a fuel cell. Therefore, it is not necessarily efficient like before to always control air supply to a fixed pressure condition to the field of the energy efficiency of the whole fuel cell control system. When adopting a fuel cell as the source of power of a car especially, since an output requirement always changes, the output state of a fuel cell also cannot but change according to this. Therefore, in such a fuel cell, it becomes important especially to control an application-of-pressure air supply state.

[0004]This invention was constituted in view of such a situation, and an object of this invention is to provide the control device of the fuel cell which gives good energy efficiency from a viewpoint of the whole fuel cell control system.

[0005]

[Means for Solving the Problem]In order to attain the above-mentioned purpose, this invention is constituted as follows. That is, this invention is characterized by a control device of a fuel cell comprising the following.

A compressor which supplies application-of-pressure air to a fuel cell.

A compressor control means which controls an application-of-pressure air supply state supplied from this compressor.

An output state detection means which detects an output state of a fuel cell.

An output control means which controls said compressor control means according to an output state of this fuel cell, controls a supply state of application-of-pressure inhalation of air to a fuel cell, and controls an output of a fuel cell by this.

In this case, when a pressure of application-of-pressure air supplied to a fuel cell is

controlled and a fuel cell is in a low-power output state below predetermined, said output control means is controlled by a desirable mode to fall a pressure of said application-of-pressure air via a compressor control means. In the above-mentioned case, when a flow of application-of-pressure air supplied to a fuel cell is controlled and a fuel cell is in a low-power output state below predetermined, said output control means is controlled by a mode of an exception to fall a flow of said application-of-pressure air via a compressor control means. Said output control means controls an application-of-pressure air supply state to a fuel cell via a compressor control means preferably based on the output change characteristic of a fuel cell to an application-of-pressure air supply state.

[0006]

[Function]The characteristic of the fuel cell of this invention has a dominant voltage drop based on activation energy required in order to call low loading or a low current field activity polarization regions generally and to make a reaction cause in this field. And it applies to inside - a heavy load, and since there is little supply concentration of resistance polarization or fuel gas, and oxidant gas which a voltage drop produces based on resistance inside a cell as compared with the above-mentioned activity polarization, the influence of the concentration polarization which a voltage drop produces based on the diffusion rate of gas falling becomes strong. The current produced on a cell increases as the voltage of a cell of the output characteristics of a fuel cell is comparatively high in the above-mentioned activity polarization regions, the current value taken out from a cell is comparatively low and it becomes a concentration polarization field from a resistance polarization field, and on the other hand, voltage falls. In a fuel cell, the value of the product of the current and voltage of a fuel cell Therefore, the output of a fuel cell. Or it corresponds, the output requirement, i.e., the load, to a fuel cell, and if an output is small, the maximum output is obtained in near a resistance polarization field and concentration polarization becomes dominant, as compared with a current increase rate, the rate of a voltage drop will become large, and an output will decline on the contrary in activity polarization regions.

[0007]and if the relation between an air supply state and the output of a fuel cell is explained, in the above-mentioned activity polarization regions, the influence of an air supply state will become empty -- there is nothing. That is, the output of the fuel cell in this field becomes settled almost regardless of the pressure of application-of-pressure air, and quantity. In a resistance polarization field, the current potential characteristics which a fuel cell outputs according to an air supply state come to differ. If this tendency becomes a concentration polarization field, it will become still more remarkable and the output of a fuel cell will be greatly influenced according to an air supply state. In this case, the current value which can be taken out while the voltage can make high highly the pressure of the supply air to a fuel cell so that quantity is increased also becomes large. That is, if high pressure force and a large flow rate perform application-of-pressure air supply, the efficiency of the fuel cell itself can improve. However, since the driving energy of a compressor must be increased in order to enlarge the pressure of a supply air, and quantity and the driving loss of a compressor increases while the efficiency of a fuel cell is improved,

the energy efficiency of the whole control system of a fuel cell is not necessarily improved. Therefore, it controls by this invention so that the influence of an air supply state suppresses the driving loss of a compressor as much as possible in few fields, Even if it takes the driving loss of a compressor into consideration, in addition, the influence of the output state on the fuel cell of an air supply state is great, and when the energy efficiency of the whole system can be improved, it constitutes so that the air supply state of a compressor may be controlled.

[0008]Specifically, switching control is carried out in the above-mentioned activity polarization regions so that the application-of-pressure air of comparatively low pressure and a small quantity may be supplied and air may be supplied to high voltage and a large quantity in the predetermined output state in a resistance polarization field and a concentration polarization field. By this, the energy efficiency of the whole fuel cell control system is maintainable good, lessening driving loss of a compressor as much as possible.

[0009]

[Example]Hereafter, the example of this invention is described. Below, the example of this invention is described based on the attached drawing. Drawing 1 shows the outline of the fuel cell system which used air as oxidant gas. It is a suitable cell for vehicles loading, and the fuel cell 1 is constituted by the polymers solid oxide fuel cell which operates less than with the low-temperature operation type using a hydrogen ion conductor, i.e., 100 **, for example, it changes an output requirement. The fuel cell 1 has the ports 1a-1f, the ports 1a and 1b which make a pair among these ports are connected to the hydrogen gas supply system L1, hydrogen gas is introduced as fuel gas from the port 1a, and surplus hydrogen is discharged from the port 1b. the ports 1c and 1d which make a pair -- application-of-pressure air supply -- it is connected like, the application of pressure as oxidant gas is introduced from the port 1c, and the surplus application-of-pressure air which accompanies produced water is discharged from the port 1d. It is connected to the temperature-control-water circulatory system L3, the object for cooling and the pure water for humidification are introduced from the port 1e, and the ports 1e and 1f which make a pair are discharged from the port 1f. The hydrogen gas supply system L1 has the hydrogen storing metal alloy 2 as a source of hydrogen gas. In order to generate hydrogen gas, in this example, it has the device for generating hydrogen by carrying out heat exchange to water and a hydrogen storing metal alloy. That is, it has the radiator 3 for giving converse heat to the water which performs heat exchange with a hydrogen storing metal alloy, and the pump 5 for sending out to water on the water cycle line 4 for the surrounding heat exchange of a hydrogen storing metal alloy.

[0010]The hydrogen storing metal alloy 2 and the hydrogen introduction port 1a are connected via the hydrogen supply line 6, and the solenoid type opening and closing valve 7, the pressure regulating valve 8, and the pressure sensor 9 are infixed in this supply line 6 in order towards the fuel cell 1 side from the hydrogen storing metal alloy 2 side. Between the opening and closing valve 7 and the pressure regulating valve 8, when hydrogen consumes, the connector 10 for connecting the supply service-water matter cylinder for

sending in hydrogen to a hydrogen storing metal alloy is formed. The hydrogen discharge port 1b is connected with mind / fluid separation machine 12 via the hydrogen exhaust line 11, the check valve 13 is infixed in the exhaust line 11, and the back run from the eliminator 12 side to the fuel cell 1 side is forbidden by this check valve 13. The hydrogen gas system L1 has the hydrogen reflux line 14 which returns the hydrogen gas separated with the eliminator 12 to the supply line 6. That is, in the reflux line 14, the upstream end is connected to the eliminator 14, and the downstream end is connected to the hydrogen supply line 6. In more detail, the downstream end of the reflux line 14 is connected to the downstream portion rather than the pressure sensor 9 of the supply line 4, the check valve 15 is infixed in this hydrogen reflux line 14, and the back run turned to the eliminator 12 from the supply line 6 side by this check valve 15 is forbidden. The exhaust line 16 is connected to the hydrogen reflux line 14, and the solenoid type opening and closing valve 17 and the silencer 18 are formed in the exhaust line 16.

[0011]Furthermore, the hydrogen reflux line 14 is equipped with the pump 19 for carrying out pressure up of the gas pressure of hydrogen in the eliminator 12 to the pressure level in the hydrogen supply line 6.

Furthermore, the deionization filter 20 is formed in the downstream of the pump 19, it is accompanied to it from the eliminator 9, and he is trying to remove the metal ion etc. which have an adverse effect on a cell reaction.

The air processing subsystem L2 has the air supply line 21 connected to the port 1c, and the exhaust line 22 connected to the port 1d. The air compressor 23, the check valve 24, the pressure-regulating-valve solenoid valve 25, the deionization filter 26, the pressure sensor 27, and the flow rate sensor 28 are formed in the air supply line 21 in order towards the fuel cell 1, respectively from the upstream end. The compressor 23 is driven with the electric motor 29. 1 d of air discharge ports are connected with the condenser 30 via the air exhaust line 22, and, as for the surplus oxygen breathed out from the port 1d, a part for the water content (produced water of the fuel cell 1) is removed by the condenser 30. The air processing subsystem L2 is provided with the exhaust line 31 which discharges produced water and the separated air in the condenser 30, and excessive air is emitted to it by the atmosphere via the air opening throttle 32 and the silencer 33. On the other hand, the moisture separated with the condenser 30 is stored in the flush tank 35 through the line 34.

[0012]Cooling water or the temperature-control-water circulatory system L3 has the water lifeline 36 connected to the flush tank 35 and the water introduction port 1e, and the reflux line 37 connected with the flush tank 35 in 1 f of drain ports. The pump 38, 3 rectangle valve 39, the radiator 40, and the deionization filter 50 are infixed in the water lifeline 36 in order towards the fuel cell 1 from the flush tank 35, and the motor driven fan 41 is attached to the radiator 40. The bypass line 42 which bypasses the radiator 40 is formed in the water lifeline 36. The mode in which the channel of the temperature-control-water circulatory system L3 passes the radiator 40 by the change of 3 rectangle valve 39, The temperature control water which was selectively changed into the mode which bypasses the radiator 40 and passes along the bypass line 42, and was adjusted to a suitable

temperature is supplied to the fuel cell 1, and is used for humidification of cooling or temperature control of the fuel cell 1, and reactant gas. The drain lines 43 and 44 for discharging excessive water from the eliminator 12 and the flush tank 35 are formed, and in order to control wastewater, the solenoid opening and closing valves 45 and 46 are formed in these lines 43 and 44, respectively. In the fuel cell system of this example, the amount of air supply to a fuel cell is controlled by the air supply controller 47. The controller 47 inputs the signal from the ammeter 48, the pressure sensor 27 of application of pressure air, and the flow rate sensor 28 which is attached and detects the current value to generate into the fuel cell 1, and controls the drive motor 26 of the compressor 23 via the speed controller 49. It controls so that the pressure of the supply air to the fuel cell 1 and temperature become a predetermined value by this. Preferably the controller 47 The output characteristics of the fuel cell 1, and the pressure of a supply air, The accelerator opening etc. which express engine loaded condition when the relation with flow characteristics is memorized, the current of the above-mentioned fuel cell 1, the pressure of a supply air, and a flow are detected and vehicles loading of this fuel cell is carried out are inputted, The desired value of supply air pressure power and an air content is set up, and it is constituted so that air supply may be controlled to attain this desired value.

[0013]In the above composition, according to the capacity of a fuel cell, supply of hydrogen which is fuel gas among reactant gas is controlled so that a supply pressure and the amount of supply become fixed. That is, in the hydrogen storing metal alloy 2, water is circulated, hydrogen is taken out from the occlusion alloy 2, the pressure of this emitted hydrogen gas is adjusted with the pressure regulating valve 8, and a fuel cell is supplied via the hydrogen supply line 6 by constant flow and a constant pressure. Therefore, hydrogen is controlled by this example irrespective of the output characteristics of a fuel cell to become fixed supply. Air supply to the fuel cell 1 is performed managing synthetically the power loss of output characteristics and the air application of pressure compressor 23 to a fuel cell. The voltage drop based on activation energy required for a reaction is dominant in activity polarization regions, and in a resistance polarization field. Based on resistance of the electrode itself, the element of a voltage drop becomes strong, and since there is still less supply concentration of fuel gas and oxidant gas in a concentration polarization field, the voltage drop based on the diffusion rate of gas falling becomes large. As a result, in a field with comparatively little air supply to hydrogen gas, i.e., activity polarization regions with the equivalent ratio of air near a theoretical value. While the current produced on a cell increases as the voltage of a cell is comparatively high, the current value taken out from a cell is comparatively low and it becomes a concentration polarization field from the resistance polarization field where the equivalent ratio of air increases, voltage falls.

[0014]In this case, the value of the product of the current and voltage in a fuel cell is equivalent, the output requirement, i.e., the load, to an output or a fuel cell of a fuel cell. Therefore, in activity polarization regions, if an output is small, the maximum output is

obtained in near a resistance polarization field and concentration polarization becomes dominant, as compared with a current increase rate, the rate of a voltage drop will become large, and an output will decline on the contrary. The controller 47 is always supervising the current value of the fuel cell 1.

It is detected in what kind of output state the present fuel cell is in the light of the output characteristics of a fuel cell based on a current value.

Reference of drawing 2 and drawing 3 shows the voltage concerning the output of a fuel cell, current, the pressure of a supply air, and the relation with a flow. in the above-mentioned activity polarization regions, the influence of an air supply state becomes empty -- there is nothing. That is, the output of the fuel cell in this field becomes settled almost regardless of the pressure of application of pressure air, and quantity. In a resistance polarization field, the current potential characteristics which a fuel cell outputs according to an air supply state come to differ. If this tendency becomes a concentration polarization field, it will become still more remarkable and the output of a fuel cell will be greatly influenced according to an air supply state. In this case, the current value which can be taken out while the voltage can make high highly the pressure of the supply air to a fuel cell so that quantity is increased also becomes large. That is, if high pressure force and a large flow rate perform application of pressure air supply, the efficiency of the fuel cell itself can improve.

[0015]However, since the driving energy of a compressor must be increased in order to enlarge the pressure of a supply air, and quantity and the driving loss of a compressor increases while the efficiency of a fuel cell is improved, the energy efficiency of the whole control system of a fuel cell is not necessarily improved. Reference of drawing 4 measures the output and application of pressure air supply pressure of the fuel cell the case where driving loss of a compressor is not taken into consideration, and at the time of taking driving loss into consideration. The characteristic P1 is the output characteristics of the fuel cell system under high air supply pressure, and is a case where the driving loss of a compressor is not being taken into consideration. The characteristic P2 is the output characteristics of the fuel cell system under low air supply pressure, and is a case where the driving loss of a compressor is not being taken into consideration. The characteristic P3 shows the output characteristics of the net which is the output characteristics of the fuel cell system under high air supply pressure, and took the driving loss of the compressor into consideration. And the characteristic P4 shows the output characteristics of the net which is the output characteristics of the fuel cell system under low air supply pressure, and took the driving loss of the compressor into consideration. The output of the fuel cell itself can improve so that from drawing 4 and a pressure is made high, but since the driving loss of a compressor also becomes large in proportion to this, when it sees as the whole fuel cell system, if an air supply pressure is made high, the energy efficiency as the whole will become low conversely. However, in drawing 4, the characteristic is reversed in the predetermined output state (loaded condition) C, and the direction of energy efficiency as the whole which made the supply pressure high improves.

[0016]In this example, make an air supply pressure high, aim at an improvement of the energy efficiency by the high output characteristics of a fuel cell in the field exceeding the point C of a figure, and in the comparatively low output state to the point C. He is trying to prevent decline in energy efficiency by making an air supply pressure low and reducing the driving loss of a compressor. The field of A in drawing 4 and B is equivalent to the field shown by A and B, respectively in drawing 2 and drawing 3.

[0017]

[Effect of the Invention]As mentioned above, it controls so that the influence of an air supply state suppresses the driving loss of a compressor as much as possible in few fields according to this invention, Even if it takes the driving loss of a compressor into consideration, in addition, the influence of the output state on the fuel cell of an air supply state is great, and when the energy efficiency of the whole system can be improved, it constitutes so that the air supply state of a compressor may be controlled. By this, driving loss of a compressor can be lessened as much as possible, moreover, the energy efficiency of a fuel cell can be maintained good as much as possible, and the energy efficiency of the whole fuel cell control system can be improved.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]The explanatory view showing the flow plan of the control device of the polymer electrolyte fuel cell concerning one example of this invention,

[Drawing 2]The characteristic figure showing a relation with the voltage, the current, and the air supply pressure concerning the output of a fuel cell,

[Drawing 3]The characteristic figure showing a relation with the voltage, the current, and the air supply pressure concerning the output of a fuel cell,

[Drawing 4]It is a graph which shows the energy output characteristics of a fuel cell control system, the pressure of a supply air, and a relation with the driving loss of a compressor.

[Description of Notations]

- 1 Fuel cell,
- 2 Hydrogen storing metal alloy,
- 6 Hydrogen supply line,
- 12 Mist separator,
- 21 Air supply line,
- 23 Compressor,
- 27 Pressure sensor,
- 28 Flow rate sensor,
- 30 Condenser,
- 35 Flush tank.

[Translation done.]

(51) Int.Cl.⁶

H 0 1 M 8/04

識別記号

P

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平6-181575

(22) 出願日 平成6年(1994)8月2日

(71) 出願人 000003137

マツダ株式会社

広島県安芸郡府中町新地3番1号

(72) 発明者 長谷川 泰明

広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内

(72) 発明者 桐木 義博

広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内

(72) 発明者 山根 肇

広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内

(74) 代理人 弁理士 中村 稔 (外7名)

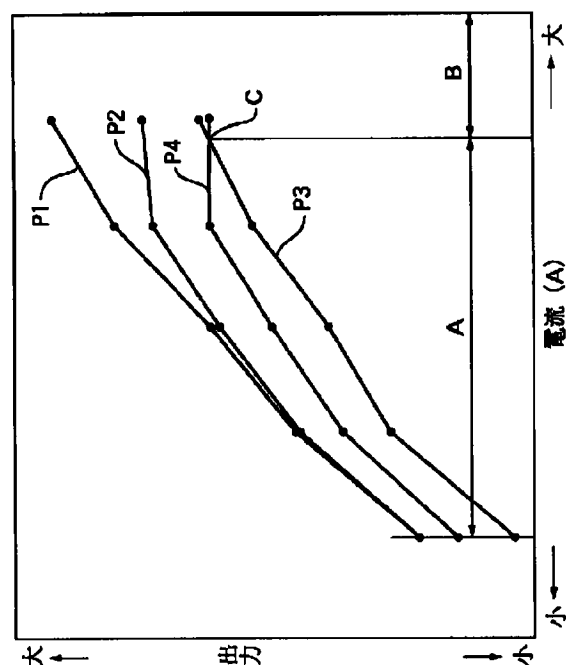
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料電池の制御装置

(57) 【要約】

【目的】 燃料電池制御システム全体の観点から良好なエネルギー効率を与える燃料電池の制御装置を提供する。

【構成】 圧力を高くするほど燃料電池自体の出力は改善することができるが、コンプレッサの駆動損失もこれに比例して大きくなるので、燃料電池システム全体としてみた場合には、空気の供給圧力を高くすると逆に全体としてのエネルギー効率は低くなる。所定の出力状態（負荷状態）Cにおいて特性が逆転し、供給圧力を高くした方が全体としてのエネルギー効率が向上する。図の点Cを越える領域では、空気の供給圧力を高くして燃料電池の高い出力特性によるエネルギー効率の改善を図り、点Cまでの比較的低い出力状態では、空気の供給圧力を低くしてコンプレッサの駆動損失を低減することによってエネルギー効率の低下を防止するようにしている。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】燃料電池に加圧空気を供給するコンプレッサと、該コンプレッサから供給される加圧空気の供給状態を制御するコンプレッサ制御手段と、燃料電池の出力状態を検出する出力状態検出手段と、
該燃料電池の出力状態に応じて前記コンプレッサ制御手段を制御して燃料電池への加圧空気の供給状態を制御しこれによって燃料電池の出力を制御する出力制御手段とを備えたことを特徴とする燃料電池の制御装置。

【請求項 2】請求項 1 において、燃料電池に供給される加圧空気の圧力を制御するようになっており、燃料電池が所定以下の低出力状態にあるときには、前記出力制御手段はコンプレッサ制御手段を介して前記加圧空気の圧力を低下するように制御することを特徴とする燃料電池の制御装置。

【請求項 3】請求項 1 において、燃料電池に供給される加圧空気の流量を制御するようになっており、燃料電池が所定以下の低出力状態にあるときには、前記出力制御手段はコンプレッサ制御手段を介して前記加圧空気の流量を低下するように制御することを特徴とする燃料電池の制御装置。

【請求項 4】請求項 1 ないし 3 のいずれかにおいて、前記出力制御手段は、加圧空気の供給状態に対する燃料電池の出力変化特性に基づきコンプレッサ制御手段を介して燃料電池への加圧空気の供給状態を制御することを特徴とする燃料電池の制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、燃料電池の制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】燃料電池制御システムにおいて、空気を酸化剤ガスとして使用する場合には、システムを循環させるために空気を所定圧力まで加圧する必要がある。このため従来では、システムに空気を加圧するコンプレッサを設け、コンプレッサの脈動を抑えるためにコンプレッサの供給側にバッファタンクを設置するとともにこのバッファタンクの出口側に圧力調整装置を設けて、一定の圧力で加圧空気を燃料電池に供給するようにしていた。また、加圧空気の燃料電池への供給状態を一定に保持するために、燃料電池出口側の加圧空気の排出ラインに設けられたスロットルの開度を調整する方法も提案されている。

【0003】

【解決しようとする課題】しかし、上記した従来の燃料電池の制御装置は、供給ガスの脈動の影響を受けやすいリン酸型燃料電池などの液状電解質で構成される燃料電池の制御装置を念頭に於いて構成されたものであり、固体高分子型燃料電池などの場合にはこのような配慮を行なう必要がない。また、従来の燃料電池の制御において

は、燃料電池の出力特性を考慮することなく加圧空気の供給を行っていたものであり、必ずしも効率的な制御となっていない。すなわち、上記のようにコンプレッサを作動させて加圧空気を発生させる構成をとる燃料電池制御システムにおいては、システム全体のエネルギー効率を考慮すると、極力コンプレッサの動力を少なくすることが望ましい。この観点において、燃料電池に導入される加圧空気の圧力、流量が燃料電池の出力特性にあたる影響度は、燃料電池の出力状態によって異なる。したがって、従来のように、空気の供給を常時一定の圧力状態に制御することは、燃料電池制御システムの全体のエネルギー効率の面に必ずしも効率的でない。特に、燃料電池を自動車の動力源として採用する場合などには、出力要求が常時変化するので燃料電池の出力状態もこれに応じて変化せざるを得ない。したがって、このような燃料電池においては、加圧空気の供給状態を制御することは特に重要となる。

【0004】本発明はこのような事情に鑑みて構成されたもので、燃料電池制御システム全体の観点から良好なエネルギー効率を与える燃料電池の制御装置を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明は以下のように構成される。すなわち、本発明の燃料電池の制御装置は、燃料電池に加圧空気を供給するコンプレッサと、該コンプレッサから供給される加圧空気の供給状態を制御するコンプレッサ制御手段と、燃料電池の出力状態を検出する出力状態検出手段と、該燃料電池の出力状態に応じて前記コンプレッサ制御手段を制御して燃料電池への加圧吸気の供給状態を制御しこれによって燃料電池の出力を制御する出力制御手段とを備えたことを特徴とする。この場合、好ましい態様では、燃料電池に供給される加圧空気の圧力を制御するようになっており、燃料電池が所定以下の低出力状態にあるときには、前記出力制御手段はコンプレッサ制御手段を介して前記加圧空気の圧力を低下するように制御する。また、上記の場合別の態様では、燃料電池に供給される加圧空気の流量を制御するようになっており、燃料電池が所定以下の低出力状態にあるときには、前記出力制御手段はコンプレッサ制御手段を介して前記加圧空気の流量を低下するように制御する。さらに、好ましくは、前記出力制御手段は、加圧空気の供給状態に対する燃料電池の出力変化特性に基づきコンプレッサ制御手段を介して燃料電池への加圧空気の供給状態を制御するようになっている。

【0006】

【作用】本発明の燃料電池の特性は、低負荷もしくは低電流領域は、一般に、活性分極領域といわれ、この領域では反応を起こさせるために必要な活性化エネルギーに基づく電圧降下が支配的である。そして、中～高負荷に

かけて、上記活性分極に比して電池の内部の抵抗に基づいて電圧降下が生じる抵抗分極あるいは燃料ガス及び酸化剤ガスの供給濃度が少ないためにガスの拡散速度が低下することに基づいて電圧降下が生じる濃度分極の影響が強まる。燃料電池の出力特性は、上記活性分極領域においては、電池の電圧は比較的高く、電池から取り出される電流値は比較的低く、抵抗分極領域から濃度分極領域になるにつれて電池に生じる電流が増大し、一方電圧は低下する。したがって、燃料電池では燃料電池の電流・電圧の積の値は、燃料電池の出力あるいは、燃料電池

【0007】そして、空氣の供給状態と燃料電池の出力との関係を説明すると、上記活性分極領域においては空氣の供給状態の影響はすくない。すなわち、この領域における燃料電池の出力は加圧空氣の圧力、量にほぼ無関係に定まる。抵抗分極領域では空氣の供給状態によって燃料電池が出力する電流電圧特性が異なるようになる。この傾向は、濃度分極領域になるとさらに顕著になり空氣の供給状態によって燃料電池の出力は大きく影響を受ける。この場合、燃料電池への供給空氣の圧力を高く、量を増大するほど電圧は高くできるとともに取り出せる電流値も大きくなる。すなわち、加圧空氣の供給を高圧力、大流量によって行なうと、燃料電池自体の効率改善することができる。しかし、供給空氣の圧力、量を大きくするためにはコンプレッサの駆動エネルギーを増大させなければならないので、燃料電池の効率が改善される反面、コンプレッサの駆動損失が増大するため、燃料電池の制御システム全体のエネルギー効率が改善されるとは限らない。したがって、本発明では、空氣の供給状態の影響が少ない領域ではコンプレッサの駆動損失を極力抑えるように制御し、コンプレッサの駆動損失を考慮してもなお空氣の供給状態の燃料電池の出力状態への影響が大きく、システム全体のエネルギー効率を改善できる場合には、コンプレッサの空氣の供給状態を制御するように構成したものである。

【0008】具体的には、上記の活性分極領域では、比較的、低圧、少量の加圧空氣を供給し、抵抗分極領域及び濃度分極領域における所定の出力状態において空氣を高圧、多量に供給するように切替え制御する。これによって、コンプレッサの駆動損失を極力少なくしつつ、燃料電池制御システム全体のエネルギー効率を良好に維持することができる。

【0009】

【実施例】以下、本発明の実施例について説明する。以下に、添付した図面に基づいて本発明の実施例を説明する。図1は、酸化剤ガスとして空氣を用いた燃料電池シ

ステムの概略を示す。燃料電池1は出力要求が変動するたとえば車両搭載用に好適の電池であって、水素イオン伝導体を用いた低温動作型つまり100℃以下で動作する高分子固体電解質型燃料電池によって構成されている。燃料電池1はポート1a～1fを有し、これらポートのうち、対をなすポート1a、1bは水素ガス供給系L1に接続され、ポート1aから燃料ガスとして水素ガスが導入され、余剰水素がポート1bから排出される。また、対をなすポート1c、1dは加圧空氣供給ように接続され、ポート1cから酸化剤ガスとしての加圧が導入され、反応生成水を同伴する余剰加圧空氣がポート1dから排出される。また、対をなすポート1e、1fは温調水循環系L3に接続され、ポート1eから冷却用及び加湿用の純水が導入され、ポート1fから排出される。水素ガス供給系L1は、水素ガス源としての水素吸蔵合金2を有する。水素ガスを発生させるために本例では、水と水素吸蔵合金と熱交換することで水素を発生させるための装置を備えている。すなわち、水素吸蔵合金との熱交換を行なう水に交換熱を与えるためのラジエータ3と、水素吸蔵合金の周辺の熱交換のための水循環ライン4に水に送りだすためのポンプ5とを備えている。

【0010】水素吸蔵合金2と水素導入ポート1aとは水素供給ライン6を介して連結され、この供給ライン6には、水素吸蔵合金2側から燃料電池1側に向けて、順に、ソレノイド式開閉弁7、調圧弁8及び圧力センサ9が介装されている。なお、開閉弁7と、調圧弁8との間には、水素が消費したとき水素吸蔵合金に水素を送り込むための補給用水素ポンペを接続するためのコネクター10が設けられている。水素排出ポート1bは、水素排出ライン11を介して気/液分離器12に連結され、排出ライン11には逆止弁13が介装されて、この逆止弁13により分離器12側から燃料電池1側への逆流が禁止される。また、水素ガス系L1は、分離器12で分離された水素ガスを供給ライン6に戻す水素還流ライン14を有する。すなわち、還流ライン14は、その上流端が分離器14に接続され、下流端が水素供給ライン6に接続されている。より詳しくは、還流ライン14の下流端は、供給ライン4の圧力センサ9よりも下流側部分に接続されており、この水素還流ライン14には逆止弁15が介装されて、この逆止弁15により、供給ライン6側から分離器12に向けての逆流が禁止される。水素還流ライン14には、また、排気ライン16が接続され、排気ライン16には、ソレノイド式開閉弁17および消音器18が設けられている。

【0011】さらに水素還流ライン14には、分離器12内の水素のガス圧を水素供給ライン6内の圧力レベルまで昇圧するためのポンプ19を備えており、さらにポンプ19の下流側には、脱イオンフィルター20を設けて分離器9から同伴され、電池反応に悪影響を与える金属イオンなどを除去するようにしている。空氣系L2

は、ポート1cに接続された空気供給ライン21と、ポート1dに接続された排気ライン22とを有する。空気供給ライン21には、その上流端から燃料電池1に向けて、順に、空気コンプレッサ23、逆止弁24、圧力調整弁ソレノイド弁25、脱イオンフィルター26、圧力センサ27、流量センサ28がそれぞれ設けられる。コンプレッサ23は電動モータ29により駆動される。空気排出ポート1dは、空気排出ライン22を介して凝縮器30に連結され、ポート1dから吐出された余剰酸素は、凝縮器30によって、その含有水分（燃料電池1の反応生成水）が取り除かれる。また、空気系L2は凝縮器30において反応生成水と分離された空気を排出する排出ライン31を備えており、余剰の空気を空気開放スロットル32及び消音器33を介して大気に放出されるようになっている。他方、凝縮器30で分離された水分はライン34を通して貯水タンク35に蓄えられる。

【0012】冷却水または温調水循環系L3は、貯水タンク35と水導入ポート1eとに接続された水供給ライン36と、貯水タンク35と排水ポート1fとに接続された還流ライン37とを有する。水供給ライン36には、貯水タンク35から燃料電池1に向けて、順に、ポンプ38、3方形弁39、ラジエータ40、脱イオンフィルター50が介装され、ラジエータ40には電動ファン41が付設されている。水供給ライン36には、ラジエータ40をバイパスするバイパスライン42が設けられている。温調水循環系L3の流路は、3方形弁39の切り換えによって、ラジエータ40を通過する態様と、ラジエータ40をバイパスしてバイパスライン42を通る態様とに選択的に変更され、適当な温度に調整された温調水は、燃料電池1に供給されて、燃料電池1の冷却あるいは温度調節および反応ガスの加湿に用いられる。なお、分離器12及び貯水タンク35から余剰の水を排出するための排水ライン43、44が設けられ、このライン43、44には排水を制御するためにそれぞれソレノイド開閉弁45、46が設けられる。本例の燃料電池システムにおいて、燃料電池への空気の供給量は、空気供給コントローラ47によって制御されるようになっている。コントローラ47は、燃料電池1に取りつけられ、発生する電流値を検出する電流計48、加圧空気の圧力センサ27、流量センサ28からの信号を入力してコンプレッサ23の駆動モータ26をスピードコントローラ49を介して制御し、これによって燃料電池1への供給空気の圧力、温度が所定値になるように制御する。好ましくは、コントローラ47は、燃料電池1の出力特性と供給空気の圧力、流量特性との関係を記憶しており、上記の燃料電池1の電流、供給空気の圧力、流量を検出し、本燃料電池が車両搭載される場合にはエンジンの負荷状態を表す、アクセル開度などを入力して、供給空気圧力、空気量の目標値を設定し、この目標値を達成するように空気の供給を制御するように構成される。

【0013】以上の構成において、反応ガスのうち燃料ガスである水素の供給は、燃料電池の容量に応じて、供給圧力、供給量ともに一定になるように制御される。すなわち、水素吸蔵合金2内に水を循環させて吸蔵合金2から水素を取り出し、この発生した水素ガスの圧力を調圧弁8で調整して一定流量、一定圧力で水素供給ライン6を介して燃料電池に供給する。したがって、本例では、燃料電池の出力特性に係わらず水素は一定供給となるよう制御される。燃料電池1に対する空気供給は、燃料電池に出力特性及び空気加圧コンプレッサ23の動力損失を総合的に管理しつつ行なうようになっている。活性分極領域では、反応に必要な活性化エネルギーに基づく電圧降下が支配的であり、抵抗分極領域では、電極自体の抵抗に基づいて電圧降下の要素が強まり、さらに濃度分極領域では、燃料ガス及び酸化剤ガスの供給濃度が少ないためにガスの拡散速度が低下することに基づく電圧降下が大きくなる。この結果、水素ガスに対する空気の供給が比較的少ない領域すなわち空気の当量比が理論値に近い活性分極領域では、電池の電圧は比較的高く、電池から取り出される電流値は比較的低く、空気の当量比が増大する抵抗分極領域から濃度分極領域になるにつれて電池に生じる電流が増大する一方電圧は低下する。

【0014】この場合、燃料電池における電流・電圧の積の値は、燃料電池の出力あるいは、燃料電池に対する出力要求すなわち負荷に対応する。したがって、活性分極領域では出力が小さく、抵抗分極領域付近において最大出力が得られ、濃度分極が支配的になると電流増加割合に比して電圧降下の割合が大きくなってかえって出力が低下する。コントローラ47は、燃料電池1の電流値を常に監視しており、電流値に基づき燃料電池の出力特性に照らして、現在燃料電池がどのような出力状態にあるかを検出する。図2及び図3を参照すると、燃料電池の出力にかかる電圧と電流及び供給空気の圧力、及び流量との関係が示されている。上記活性分極領域においては空気の供給状態の影響はすくない。すなわち、この領域における燃料電池の出力は加圧空気の圧力、量にほぼ無関係に定まる。抵抗分極領域では空気の供給状態によって燃料電池が出力する電流電圧特性が異なるようになる。この傾向は、濃度分極領域になるとさらに顕著になり空気の供給状態によって燃料電池の出力は大きく影響を受ける。この場合、燃料電池への供給空気の圧力を高く、量を増大するほど電圧は高くできるとともに取り出せる電流値も大きくなる。すなわち、加圧空気の供給を高圧力、大流量によって行なうと、燃料電池自体の効率は改善することができる。

【0015】しかし、供給空気の圧力、量を大きくするためにはコンプレッサの駆動エネルギーを増大させなければならないので、燃料電池の効率が改善される反面、コンプレッサの駆動損失が増大するため、燃料電池の制御システム全体のエネルギー効率が改善されるとは限ら

ない。図4を参照すると、コンプレッサの駆動損失を考慮しない場合と、駆動損失を考慮した場合の燃料電池の出力と、加圧空気の供給圧力とが比較されている。特性P1は、高い空気供給圧力のもとでの燃料電池システムの出力特性であってコンプレッサの駆動損失を考慮していない場合である。特性P2は、低い空気供給圧力のもとでの燃料電池システムの出力特性であってコンプレッサの駆動損失を考慮していない場合である。さらに、特性P3は、高い空気供給圧力のもとでの燃料電池システムの出力特性であってコンプレッサの駆動損失を考慮した正味の出力特性を示している。そして、特性P4は、低い空気供給圧力のもとでの燃料電池システムの出力特性であってコンプレッサの駆動損失を考慮した正味の出力特性を示している。図4から明らかなように圧力を高くするほど燃料電池自体の出力は改善することができるが、コンプレッサの駆動損失もこれに比例して大きくなるので、燃料電池システム全体としてみた場合には、空気の供給圧力を高くすると逆に全体としてのエネルギー効率は低くなる。しかし、図4において所定の出力状態（負荷状態）Cにおいて特性が逆転し、供給圧力を高くした方が全体としてのエネルギー効率が向上する。

【0016】本例では、図の点Cを越える領域では、空気の供給圧力を高くして燃料電池の高い出力特性によるエネルギー効率の改善を図り、点Cまでの比較的低い出力状態では、空気の供給圧力を低くしてコンプレッサの駆動損失を低減することによってエネルギー効率の低下を防止するようにしている。なお、図4におけるA、Bの領域は図2、図3においては、それぞれA、Bで示す領域に対応する。

【0017】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば空気の供

給状態の影響が少ない領域ではコンプレッサの駆動損失を極力抑えるように制御し、コンプレッサの駆動損失を考慮してもなお空気の供給状態の燃料電池の出力状態への影響が大きく、システム全体のエネルギー効率を改善できる場合には、コンプレッサの空気の供給状態を制御するように構成している。これによって、コンプレッサの駆動損失を極力少なくし、しかも燃料電池のエネルギー効率を極力良好に維持して、燃料電池制御システム全体のエネルギー効率を改善することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の1実施例にかかる固体高分子型燃料電池の制御装置のフローシートを示す説明図、

【図2】燃料電池の出力にかかる電圧、電流及び空気の供給圧力との関係を示す特性図、

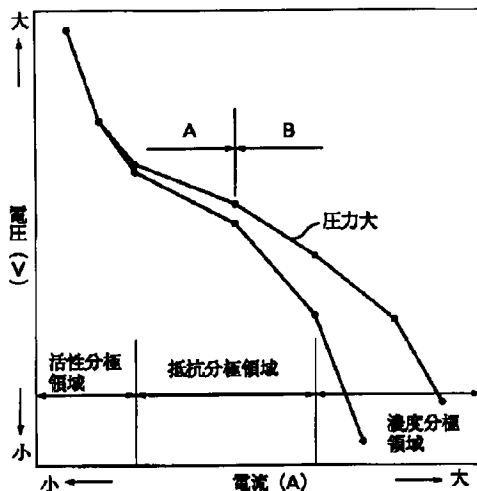
【図3】燃料電池の出力にかかる電圧、電流及び空気の供給圧力との関係を示す特性図、

【図4】燃料電池制御システムのエネルギー出力特性、供給空気の圧力及びコンプレッサの駆動損失との関係を示すグラフである。

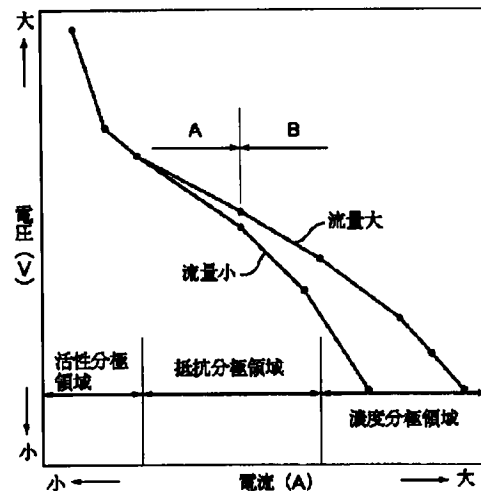
【符号の説明】

- 1 燃料電池、
- 2 水素吸蔵合金、
- 6 水素供給ライン、
- 12 水分離器、
- 21 空気供給ライン、
- 23 コンプレッサ、
- 27 圧力センサ、
- 28 流量センサ、
- 30 凝縮器、
- 35 貯水タンク。

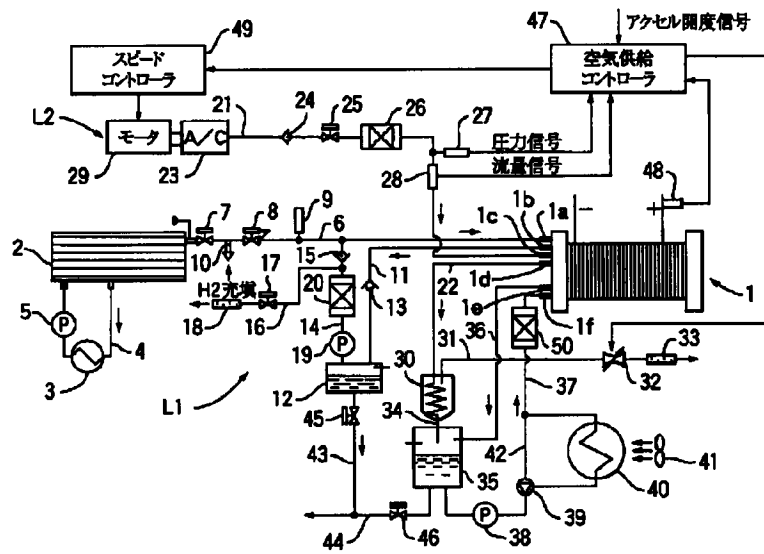
【図2】



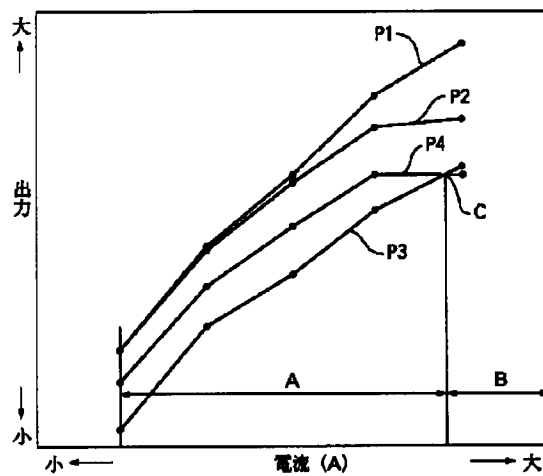
【図3】



【図 1】



【図 4】



フロントページの続き

(72)発明者 渡辺 正五
 広島県安芸郡府中町新地 3 番 1 号 マツダ
 株式会社内